

Enquête sur l'infection trypanosomienne dans les troupeaux bovins villageois du Nord de la Côte-d'Ivoire

par J. P. POIVEY (1), E. CAMUS (2) et E. LANDAIS (2)

(1) INRA-SAGA, B.P. 12, 31320 Castanet-Tolosan.

(2) I.E.M.V.T., 10, rue Pierre-Curie, 94704 Maisons-Alfort Cedex, France.

RÉSUMÉ

Une enquête hématologique ponctuelle portant sur 3 040 animaux de race N'Dama, Baoulé, Zébu et Métis (zébus \times taurins) choisis dans 194 troupeaux villageois sédentaires répartis dans le Nord de la Côte-d'Ivoire a conduit à l'étude des degrés d'infection trypanosomienne et de la valeur de l'hématocrite, en fonction de divers facteurs de variation dont l'importance respective est discutée.

Le degré d'infection individuel des animaux est lié à la saison, au type génétique, à l'âge et au sexe des animaux.

La valeur de l'hématocrite varie avec le degré d'infection et l'âge des animaux, et, de façon moins sensible, avec leur génotype.

Au niveau des troupeaux, les taux d'infection sont fortement influencés par les types génétiques considérés.

La résistance des taurins à la trypanosomose est confirmée et les résultats montrent qu'elle se manifeste essentiellement comme une capacité des animaux atteints à limiter le niveau de leur parasitémie.

INTRODUCTION

L'élevage bovin traditionnel du Nord de la Côte-d'Ivoire se caractérise par la cohabitation de deux types de troupeaux dont l'origine, la composition génétique et le mode de conduite sont très différents : d'une part, le cheptel villageois sédentaire autochtone, constitué essentiellement de taurins (Baoulé et N'Dama) réputés trypanotolérants et d'autre part les troupeaux transhumants des pasteurs peulh composés de zébus peulh voltaïques, originaires des pays sahéliens voisins qui sont actuellement en voie de sédentarisation. Le voisinage de ces deux types d'élevage favorise une nette évolution de la structure génétique de l'ensemble de cette population vers le métissage (4).

L'objet du présent travail, qui fait suite à des publications antérieures relatives à l'incidence de la trypanosomose bovine sur le cheptel sédentaire (1, 2, 3 et 8) est de préciser le rôle respectif des principaux facteurs de variation de l'infection trypanosomienne, dont le type génétique, dans ces parcs villageois, ainsi que d'évaluer l'influence de ces infections sur la croissance des animaux.

Obtenues par des enquêtes menées en milieu villageois, les données exploitées n'ont certes pas la précision de celles résultant de la mise en place de protocoles expérimentaux rigoureux, mais elles offrent l'intérêt de porter sur un vaste échantillon de troupeaux répartis géographiquement dans différents écosystèmes représentatifs de la majeure partie du Nord ivoirien,

et regroupant des animaux des quatre génotypes dominants : N'Dama, Baoulé, Zébus et Métis zébus \times taurins.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

1. Matériel animal et méthodologie des enquêtes

Cette étude a été réalisée à partir des données obtenues dans le cadre d'une enquête ponctuelle, menée dans un échantillon aléatoire de troupeaux.

L'enquête ponctuelle a porté sur 194 troupeaux villageois sédentaires répartis sur les régions de Ferkessedougou, Korhogo, Boudiali et Odienné. Elle mettait en œuvre la mesure de l'hématocrite et, le cas échéant, la détermination des espèces de trypanosomes infectants, sur un échantillon d'environ 16 animaux choisis au hasard, dans chaque parc, où n'était pratiquée par ailleurs aucune prophylaxie de la trypanosomose.

Pour chaque individu étaient enregistrés : la région (selon la classification adoptée par la Société pour le Développement des Productions animales, SO.DE.PRA.), le troupeau, le type génétique, l'âge (évalué par observation de la dentition), le sexe et la saison à laquelle était réalisé le contrôle (saison sèche ou saison des pluies). Le tableau I indique la répartition détaillée des 3 040 enregistrements individuels ainsi recueillis.

La conception de cette enquête visait à préciser les principaux facteurs de variation de l'hématocrite et du degré d'infection, ainsi que les relations entre ces deux variables.

2. Méthodologie des examens sanguins

Les prélèvements de sang sont effectués à l'oreille à l'aide de microtubes héparinés. Ils sont centrifugés dans un délai maximal de 5 heures et examinés selon la technique de MURRAY et collab. (11).

Le degré d'infection est apprécié par une note variant de 0 à 5, 0 indiquant l'absence d'espèce pathogène. Seules trois espèces de trypanosomes ont été prises en considération à cet égard, sur les quatre rencontrées : *Trypanosoma brucei*, *T. vivax* et *T. congolense* ; la qua-

trième espèce, *T. theileri* étant réputée non pathogène.

3. Traitement des données

Les données ont été analysées suivant la procédure des moindres carrés de HARVEY adaptée aux dispositifs déséquilibrés (7). Les effets des facteurs de variation, considérés comme fixes, sont testés et estimés. Tous les calculs se sont effectués sur un ordinateur Burroughs B 6800 (E.N.S.T.P., Yamoussoukro).

Des raisons d'ordre biologique ont conduit à considérer le degré d'infection d'abord comme une variable indépendante (Modèle n° 1), puis comme un facteur de variation de l'hématocrite (Modèle n° 2).

Modèle n° 1

$$Y_{ijklmn} = \mu + r_i + sa_j + g_k + se_l + a_m + Z_{ijklmn}$$

Y_{ijklmn} est la note du degré d'infection du $n^{\text{ième}}$ individu observé dans la région i , à la saison j , individu de génotype k , de sexe l et d'âge m .

μ est la moyenne générale au sens des moindres carrés.

Z_{ijklmn} est la variable résiduelle d'espérance nulle.

On notera que le degré d'infection, variable discrète, est ici traitée comme une variable continue.

Modèle n° 2

$$Y_{ijklmn} = \mu + sa_i + g_j + se_k + a_l + d_m + (g \times d)_{jm} + Z_{ijklmn}$$

Y_{ijklmn} est la transformée de la mesure de l'hématocrite, normalisée par utilisation de la fonction $2 \text{ Arc Sin } \sqrt{H}$ où H est l'hématocrite mesuré en saison i chez le $n^{\text{ième}}$ individu de génotype j , de sexe k , d'âge l et présentant un degré d'infection m .

Le terme d'interaction $(g \times d)_{jm}$ permet de tester l'hypothèse de l'existence d'un comportement différent des types génétiques étudiés quant à leur hématocrite vis-à-vis d'un même degré d'infection.

Une étude précédente (1) semblant indiquer une différence de variance des hématocrites selon le degré d'infection, il a été nécessaire de

TABLEAU N°I-Répartition géographique des 3040 bovins examinés

	Korhogo	Ferkessédougou Boundiali	Odiennne	Saison des pluies	Saison sèche	Type génétique				A G E				♂	♀
						Baoulé	N'Dama	Zébu	Métis	0-1an	1-2ans	2-4-6 D	8 D		
Korhogo Boundiali- Ferkessédougou Odiennne	1085	1297	658												
S. pluies	463	594	304	1361											
S. sèche	622	703	354		1679										
Baoulé	737	715	23	666	809	1475									
N'Dama	119	209	633	425	536		961								
Zébu	3	33	0	21	15			36							
Métis - Zébu x N'Dama	226	340	2	249	319				568						
0 - 1 an	236	295	177	227	481	269	251	7	181	708					
1 - 2 ans	59	94	59	102	110	78	76	5	53		212				
2-4-6 dents	188	252	102	231	311	263	152	14	113			542			
8 dents	602	656	320	801	777	865	482	10	221				1578		
Mâles	183	248	139	186	384	221	189	19	141	359	108	92	11	570	
Femelles	902	1049	519	1175	1295	1254	772	17	427	349	104	450	1567		2470

tester au préalable l'homoscédasticité, dont l'absence eut nui à la validité des tests effectués : pour les animaux indemnes, la variance de la transformée de l'hématocrite est égale à 0,0132, alors qu'elle est de 0,0127 chez les animaux infectés. Le test F ne permet pas de rejeter l'hypothèse d'égalité des variances ($F(351,971) = 1,041$ N.S.) et donc de confirmer l'observation antérieure.

L'effet lié à la région n'a pas été intégré à ce modèle d'analyse. Il avait été trouvé non significatif dans une étude préliminaire ($F(2,3026) = 0,65$).

RÉSULTATS

Degré d'infection

Les résultats de l'analyse relative au degré d'infection (Modèle n° 1) figurent au tableau n° II. La saison, le type génétique des animaux, leur âge et leur sexe exercent une influence très significative sur cette variable. Par contre, on ne peut déceler de différence entre les régions étudiées. Les effets liés aux facteurs de variation trouvés significatifs sont représentés sur la figure n° 1.

TABL. N°II -Analyse de variance portant sur le degré d'infection. Modèle 1

Source de variation	Degrés de liberté	Carrés moyens et signification
Saison	1	2,864***
Génotype	3	4,299****
Age	3	3,162****
Sexe	1	3,495****
Région	2	0,859 NS
Résiduelle	3029	0,519

NS = non significatif ; *significatif à 10 p.100

*** significatif à 5 p.100 ; **** significatif à 1 p.100.

Les degrés d'infection sont plus élevés en saison des pluies, ils diminuent avec l'âge des animaux d'une façon significative après deux ans, et les mâles sont moins atteints que les femelles. Mais la différence essentielle tient au génotype des animaux : les zébus présentent des degrés d'infection très supérieurs à ceux de tous les autres types génétiques. La différence enregistrée entre Baoulé et N'Dama, testée selon la méthode de DUNCAN (13), est significative au

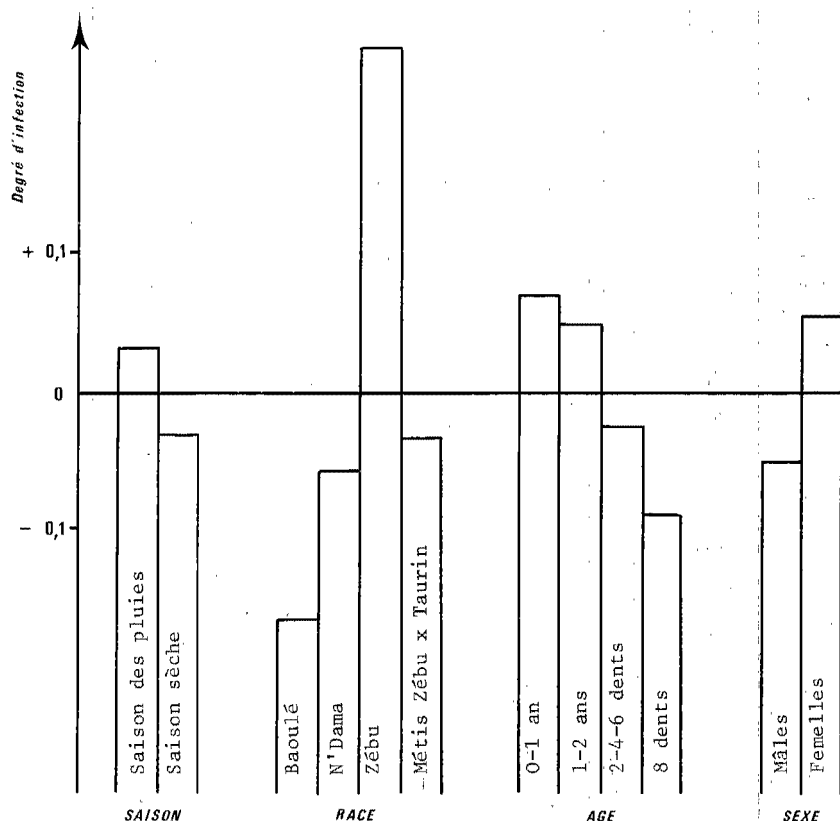


Figure 1-Représentation des effets additifs des différents facteurs de variation du degré d'infection

seuil de 5 p. 100, tandis que celle qui sépare N'Dama et Métis zébus ne l'est pas.

Hématocrite

Les résultats de l'analyse (Modèle n° 2) figurent au tableau n° III et à la figure n° 2. L'effet du type génétique des animaux est faiblement significatif : pour des individus non infectés, l'estimée de la moyenne de l'hématocrite est de 32 chez les Baoulé, 33 chez les N'Dama, 36 chez les Zébus et 33 chez les Métis.

L'âge et le degré d'infection sont par contre des facteurs de variation prépondérants : l'hématocrite est significativement plus élevé dans la classe 0-1 an et l'anémie est la plus importante chez les animaux infectés, le degré 5 étant lié à une baisse de l'hématocrite significative par rapport à tous les autres degrés d'infection.

Le sexe n'exerce pas d'effet significatif sur la valeur de l'hématocrite. Enfin, il faut souligner que nous n'avons pu déceler d'interaction entre le degré d'infection et le type génétique des animaux.

DISCUSSION

Etude des facteurs de variation exogènes

Les facteurs régionaux n'exercent pas d'influence notable sur le degré d'infection ni sur l'hématocrite.

La saison exerce un effet propre sur le degré d'infection des animaux, les infections étant plus importantes, ou plus fréquentes, en saison des pluies, qui correspond au développement maximal des populations glossinaires. Ce résultat est conforme aux observations antérieures

TABL. N°III - Analyse de variance de l'hématocrite (Modèle 2).
Moyennes de moindres carrés

Source de variation	Moyenne de l'hématocrite	Degrés de liberté	Carrés moyens et signification
Saison		1	0,00621 NS
- saison sèche	27,9		
- saison humide	28,0		
Génotype		3	0,04826 *
-Baoulé	28,1		
-N'Dama	27,1		
-Zébu	26,8		
-Métis	29,9		
Age		3	0,24419 ****
-0-1 an	29,3		
-1-2 ans	27,5		
-2-6 dents	27,7		
-8 dents	27,7		
Sexe		1	0,04529 NS
-Mâle	27,7		
-Femelle	28,2		
Degré d'infection		5	0,38713 ****
0	33,8		
1	28,6		
2	26,9		
3	28,2		
4	26,2		
5	24,3		
Génotype x infection		11	0,03056 NS
Résiduelle		3015	0,02089

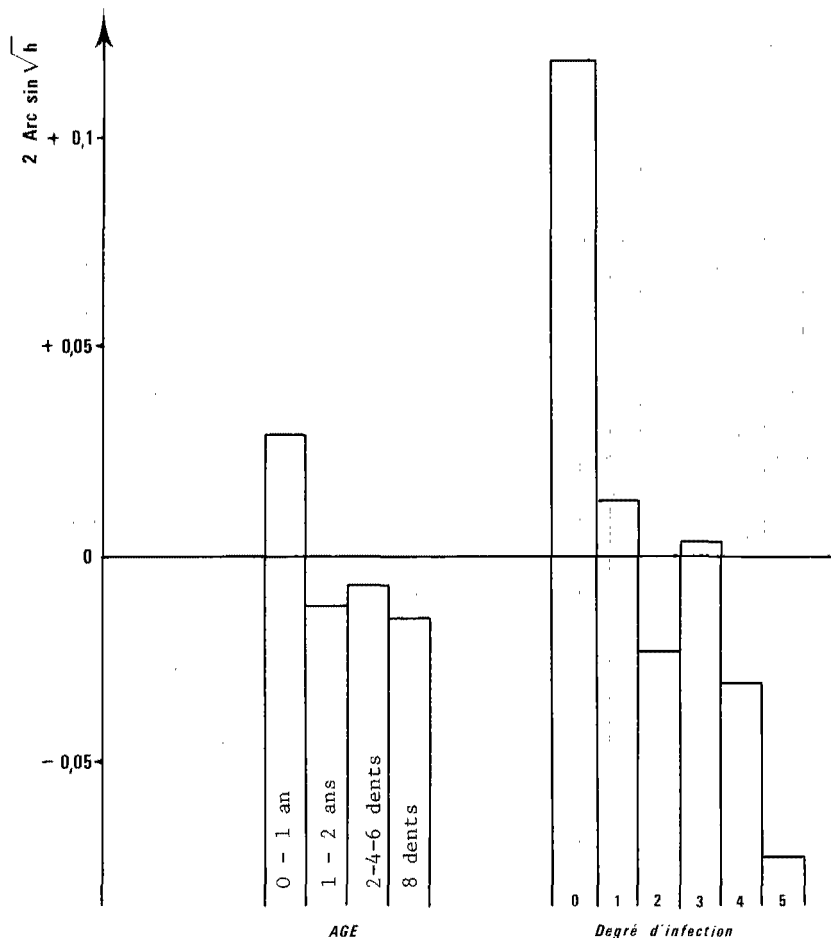


Figure 2- Représentation des effets additifs liés à l'âge et au degré d'infection sur l'hématocrite

(1). On ne décèle pas, par contre, d'effet propre de la saison sur la valeur de l'hématocrite.

Etude des facteurs de variation liés aux individus

L'âge des animaux exerce un effet très significatif sur le degré d'infection trypanosomienne, et donc, par cet intermédiaire, sur l'hématocrite. Mais il exerce également un effet direct et intrinsèque sur cette variable qui est notablement plus élevée chez les jeunes (0-1 an), indépendamment du degré d'infection. La plus grande sévérité des infections chez les jeunes confirme les hypothèses selon lesquelles la trypanotolérance s'établit au cours des premiers mois de la vie de l'animal (6), la réponse immunologique se renforçant tout au long de son existence consécutivement aux infections subies. Ainsi que l'ont noté de nombreux

auteurs, la particularité génétique des races trypanotolérantes s'analyse comme une capacité de développer une compétence immunologique à la faveur des infections. La fréquence des manifestations cliniques de trypanosomose chez les très jeunes veaux, déjà relevée (1), semble indiquer que même en milieu infesté, la production assurée par les anticorps d'origine maternelle est pour le moins fugace et de peu d'efficacité.

L'effet du sexe sur le degré d'infection est difficilement explicable en l'état actuel de nos connaissances.

La plus grande résistance manifestée par les mâles contraste avec les observations antérieures d'une mortalité plus élevée des jeunes mâles dans les troupeaux villageois (3, 9), sous l'influence de la trypanosomose, en particulier (8).

Il faut cependant noter qu'à l'âge adulte, la trypanotolérance des femelles est peut-être affectée par la succession des cycles de reproduction (gestation, lactation).

Le type génétique des animaux est essentiel à considérer. Il exerce un effet important sur le taux d'infection des animaux, qui s'établit à 4,2 p. 100 chez les Baoulé, 7,1 p. 100 chez les N'Dama, 7,8 p. 100 chez les Métis zébus et 16,7 p. 100 chez les zébus (différences significatives entre les Baoulé et les autres types d'une part, entre les zébus et les autres types d'autre part). Les effets enregistrés au niveau des degrés d'infection individuels respectent la même hiérarchie et sont également très significatifs. Il faut toutefois garder une certaine prudence dans l'interprétation de ce résultat, car certains animaux zébus examinés ont probablement été importés en Côte-d'Ivoire en provenance de zones où l'incidence de la trypanosomose est plus réduite ; ils ne possèderaient donc pas un passé immunologique comparable à celui des animaux des autres types génétiques, nés localement. Quant à la plus grande résistance des animaux Baoulé, souvent controversée, il s'agit de la première estimation chiffrée en la matière, estimation qui devra être confirmée. ROBERTS et GRAY (14) trouvent que la race N'Dama manifeste une résistance supérieure à celle de la population Muturu (rameau de la West African Shorthorn, comme la Baoulé). Nos observations confirment celles de MURRAY et Collab. (11) : le degré d'infection trypanosomienne et l'anémie corrélative sont plus élevés chez les zébus que chez les taurins d'Afrique de l'Ouest.

En définitive, l'hématocrite semble obéir à un double déterminisme : sa valeur dépend d'une part d'influences génétiques et physiologiques (âge), d'autre part de facteurs liés à l'environnement, dont le degré de l'infection trypanosomienne, qui résulte lui-même de l'interaction entre le risque environnemental (densité glossinaire, taux d'infection des mouches, espèces de trypanosomes en cause...) et divers facteurs propres à l'animal, qui déterminent sa réponse à l'infection (type génétique, état physiologique...).

Le problème de la résistance à la maladie se situe au niveau du déterminisme de la réponse à l'infection, mais surtout à celui de l'efficacité de cette réponse, efficacité dont le degré d'infection semble constituer un bon indicateur : il conviendrait à cet égard d'étudier son

évolution dans le temps. La baisse de l'hématocrite liée à l'infection ne constitue que l'une des manifestations pathologiques induites chez l'animal atteint et les fluctuations de cette variable sont sous l'influence de facteurs propres à l'individu (âge, race). Néanmoins, la figure n° 2 montre que l'hématocrite peut être considéré, à l'intérieur d'une classe donnée d'animaux, comme un témoin relativement fidèle du degré d'infection, et par suite de l'efficacité de la réponse.

Nos résultats tendent en effet à montrer que, pour un degré d'infection donné, les différents types génétiques étudiés subissent une anémie équivalente : on ne peut déceler l'existence d'une interaction génotype \times degré d'infection. Par contre, les animaux des différents types génétiques subissent des degrés d'infection nettement différenciés, les races taurines trypanotolérantes développant, contrairement aux zébus, des parasitémies modérées. La résistance des Métis zébu \times taurin est intermédiaire et plus proche de celle des taurins : la grande diversité des animaux réunis dans cette classe de génotype, et les possibles différences de passé immunologique entre les zébus d'une part, et les autres types d'autre part interdisent cependant toute conclusion définitive à ce niveau.

La trypanotolérance pourrait donc être caractérisée comme la capacité que possèdent certains animaux infectés de limiter leur parasitémie, à la fois en intensité et dans le temps, et donc de ne pas développer de signes cliniques importants, en particulier d'anémie. Elle se manifesterait donc comme un effet direct de l'hôte vis-à-vis de la population de parasites qu'il héberge.

Cette définition nuance celle que proposent COULOMB et Collab. (5) : « propriété biologique héréditaire qui permet à certaines espèces, races ou individus, de vivre normalement dans un milieu naturel infectant, en hébergeant des trypanosomes pathogènes sans présenter de signes cliniques de la maladie ». Elle semble confirmer indirectement l'opinion de MURRAY (11) selon laquelle « l'anémie est liée au nombre de parasites dans le sang et la résistance supérieure des N'Dama (par rapport à celle des zébus) est due à leur aptitude à contrôler leur parasitémie, plutôt qu'à leur aptitude à exprimer une réaction erythropoïétique plus efficace ».

CONCLUSION

Cette étude présente l'originalité d'étudier les répercussions de la trypanosomose sur divers paramètres biologiques chez quatre types génétiques bovins différents, cohabitant dans une même région infestée de glossines.

Les résultats obtenus confirment la résistance de taurins indigènes vis-à-vis des infections

trypanosomiennes et montrent que dans les conditions du Nord ivoirien, les Baoulé résistent mieux que les N'Dama. La différence principale de comportement observée entre les races étudiées tient à la capacité apparente des taurins à limiter leur parasitémie. A degré d'infection équivalent, il n'existe, par contre, pas de divergence marquée entre les réponses observées au niveau de l'hématocrite dans chaque type génétique.

SUMMARY

Trypanosomiasis infection survey in village cattle herds of the North of Ivory Coast

3040 head of N'Dama, Baoule, zebu and crossbred (Zebu \times taurine) cattle from 194 herds distributed in sedentary villages of the North of Ivory Coast were sampled for blood examination. This survey led to the study of the degrees of trypanosomiasis infection and hematocrite value according to the various variation factors whose importance is discussed.

The degree of infection of each animal depends on the season, the genetical type, the age and sex.

The hematocrite value varies with the degree of infection and the age and less sensibly with their genotype.

At the herd level, the infection rates are greatly influenced by the genetical types under consideration.

The trypanosomiasis resistance of taurine cattle is confirmed and the results show that this resistance is essentially an ability of the diseased animals to limit the level of their parasitemia.

RESUMEN

Encuesta sobre la tripanosomosis en el ganado bovino aldeano del norte de la Costa de Marfil

Se realizó una encuesta hematológica puntual en 3040 animales de raza N'Dama, Baule, Cebú y mestizo (Cebú \times *Bos taurus*) escogidos en 194 rebaños aldeanos sedentarios distribuidos en el norte de la Costa de Marfil. Se estudiaron los niveles de la infección por *Trypanosoma* y el valor del hematocrito con arreglo a varios factores de variación cuya importancia respectiva se discute.

El nivel de infección individual de los animales está ligado con la estación, el tipo genético, la edad y el sexo de los animales. El valor del hematocrito varía con el nivel de infección y la edad de los animales y, de modo menos preciso, con su genotipo.

En lo concerniente a los rebaños, los tipos genéticos observados influyen mucho en las proporciones de infección. Se confirma la resistencia de los *Bos taurus* a la tripanosomosis y los resultados muestran que se manifiesta esencialmente como una capacidad de los animales atacados de limitar el nivel de su parasitemia.

BIBLIOGRAPHIE

1. CAMUS (E.). Epidémiologie et incidence clinique de la trypanosomose bovine dans le Nord de la Côte-d'Ivoire. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1981, **34** (3) : 289-296.
2. CAMUS (E.). Evaluation économique des pertes provoquées par la trypanosomose sur quatre types génétiques bovins dans le Nord de la Côte-d'Ivoire. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1981, **34** (3) : 297-300.
3. CAMUS (E.), BELOT (J.), MISHRA (G. S.). Etude de la trypanotolérance des taurins dans la région de Boundiali en Côte-d'Ivoire. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1979, **32** (3) : 241-245.
4. CAMUS (E.), LANDAIS (E.), POIVEY (J. P.). Structure génétique du cheptel bovin sédentaire du Nord de la Côte-d'Ivoire. Perspectives d'avenir en fonction de la diffusion croissante du sang zébu.

5. COULOMB (J.), GRUVEL (J.), MOREL (P.), PERREAU (P.), QUEVAL (R.), TIBAYRENC (R.). La trypanotolérance. Synthèse des connaissances actuelles. Maisons-Alfort, I.E.M.V.T., 1977.
6. DESOWITZ (R. S.). Studies on immunity and host-parasit relationships. I. — The immunological response of resistant and susceptible breeds of cattle to trypanosomal challenge. *Ann. trop. Med. Parasit.*, 1979, **54** (3) : 293-313.
7. HARVEY (W. R.). Least squares analysis of data with unequal subclass number. Washington, U.S. Department of Agriculture, Research Service, 1975.
8. LANDAIS (E.), CAMUS (E.). Contribution à l'étude de l'élevage villageois sédentaire du Nord ivoirien. Etudes des pertes dues à la trypanosomose et de diverses stratégies de lutte. Note technique I.E.M.V.T./C.R.Z., Maisons-Alfort, Mars 1981.
9. LANDAIS (E.), POIVEY (J. P.). Contribution à l'étude de l'élevage villageois sédentaire du Nord ivoirien : analyse de la mortalité des veaux entre la naissance et un an. Bouaké, Côte-d'Ivoire, août 1981. (Note technique n° 10/ZOOT/C.R.Z.)
10. MURRAY (M.), MORRISSON (C. P.), MURRAY (P. K.), CLIFFORD (D. J.), TRAIL (J. C. M.). La trypanotolérance. *Revue mond. Zootech.*, 1979, **31** : 2-12.
11. MURRAY (C. M.), MURRAY (M.), MURRAY (P. K.), MORRISSON (C. P.) et Mc INTYRE (W. I. M.). Diagnosis of african trypanosomiasis in cattle. Improved parasitological and serological techniques. Kabete, Kenya, International Laboratory for Research on Animal Diseases.
12. POIVEY (J. P.). Etude bibliographique sur la variabilité génétique de la résistance des bovins aux principales maladies parasitaires en milieu tropical. Bouaké, Côte-d'Ivoire, C.R.Z., 1977, 30 p.
13. POIVEY (J. P.), LANDAIS (E.). Comparaisons multiples de moyennes. Bouaké, Côte-d'Ivoire, 1980. (Note technique I.E.M.V.T./C.R.Z.)
14. ROBERTS (C. J.), GRAY (A. R.). — Studies on trypanosome-resistant cattle. II. — The effect of trypanosomiasis on N'Dama, Muturu and Zebu cattle. *Trop. anim. Hlth Prod.*, 1973, **5** : 220-233.